

MANUFACTURE OF LIGHT TRANSMISSION BODY FOR SURFACE LIGHT EMITTING DEVICE

Patent Number: JP11024587
Publication date: 1999-01-29
Inventor(s): HATASAWA TAKENOBU; WATANABE TAKASHI
Applicant(s): SEKISUI CHEM CO LTD
Requested Patent: ☐ JP11024587
Application Number: JP19970183644 19970709
Priority Number(s):
IPC Classification: G09F9/00; B29D11/00; G02B6/00; G02F1/1335
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a new manufacturing method capable of manufacturing a light transmission body to be used as a polarized light separating means easily without loss of material in order to realize a surface light emitting device having high luminance excellent in the sensation of picture quality.

SOLUTION: Triangle poles made of transparent resin 10a, 10b becoming end parts of the incident plane side and a side opposite to it, and two kinds of thin layer transparent optical mediums A, B having different refractive indexes are respectively prepared by desired numbers, and after the triangle pole made of transparent resin 10a becoming the end part of the incident side or the side opposite to it of a light transmission body is arranged in the metallic mold M provided with a space having a shape and a size corresponding to the light transmission body to be produced and, next, two kinds of transparent optical mediums A, B are alternately piled and the triangle pole 10c of one side is arranged at the end part of them, these are heatingly press-fixed.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-24587

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月29日

(51) Int.Cl.⁸ 識別記号
 G 0 9 F 9/00 3 3 6
 B 2 9 D 11/00
 G 0 2 B 6/00 3 3 1
 G 0 2 F 1/1335 5 3 0
 // F 2 1 V 8/00 6 0 1

F I
 G 0 9 F 9/00 3 3 6 J
 B 2 9 D 11/00
 G 0 2 B 6/00 3 3 1
 G 0 2 F 1/1335 5 3 0
 F 2 1 V 8/00 6 0 1 B

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-183644

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月9日

(71) 出願人 000002174

積水化学工業株式会社

大阪府大阪市北区西天満2丁目4番4号

(72) 発明者 畠澤 剛信

京都市南区上鳥羽上臈子町2-2 積水化学工業株式会社内

(72) 発明者 渡邊 貴志

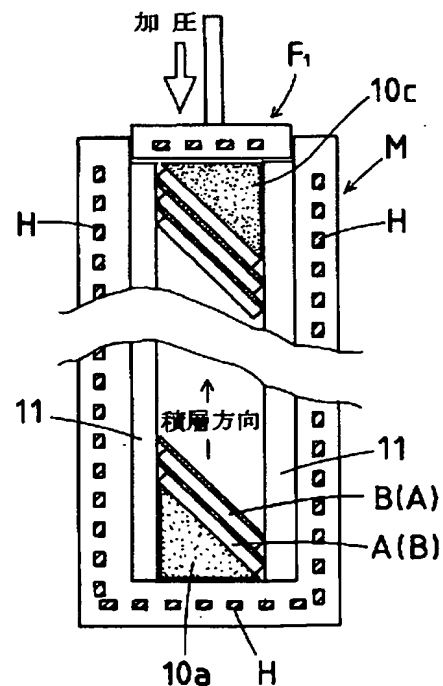
京都市南区上鳥羽上臈子町2-2 積水化学工業株式会社内

(54) 【発明の名称】 面状発光装置用導光体の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 高輝度で画質感に優れた面状発光装置の実現のために、偏光分離手段として用いる導光体を簡単に製作することができ、しかも材料ロスが無い新規の製造方法を提供する。

【解決手段】 導光体の入射面側とその反対側の端部となる透明樹脂製三角柱10a、10cと、屈折率の異なる2種類の薄層状透明光学媒質A、Bをそれぞれ所要数ずつ用意し、作製する導光体に対応する形状・寸法の空間を備えた金属型M内に、導光体の入射面側またはその反対側の端部となる透明樹脂製三角柱10aを配置し、次いで2種類の薄層状透明光学媒質A、Bを交互に積層し、その端部にもう一方の透明樹脂製三角柱10cを配置した後、それらを加熱圧着する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 屈折率の異なる 2 種類の薄層状透明光学媒質が入射光の進行方向に対して $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ の傾斜で多数配置されてなる直方体状の導光体を備えた面状発光装置における、上記導光体を製造する方法であって、導光体の入射面側とその反対側の端部となる透明樹脂製三角柱と、屈折率の異なる 2 種類の薄層状透明光学媒質をそれぞれ所要数づつ用意し、

作製を行う導光体に対応する形状・寸法の空間を備えた金属型を用いて、この金属型の内部に、上記導光体の入射面側またはその反対側の端部となる透明樹脂製三角柱を配置し、次いで 2 種類の薄層状透明光学媒質を交互に積層し、その端部にもう一方の透明樹脂製三角柱を配置した後、それらを加熱圧着することを特徴とする、面状発光装置用導光体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、蛍光灯等の出力光のような、無偏光の光を光源とする面状発光装置における導光体の製造方法に関し、さらに詳しくは液晶表示装置のバックライトに用いられる面状発光装置用導光体の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、液晶表示装置のバックライトの出射光は、光拡散シートやプリズムシート等によって拡散・集光されるため、画面を見る人にとっては非常に明るく、見やすいように設計されている。

【0003】しかし、バックライトの出射光が画面を見る人に直に飛び込んでくるわけではなく、偏光板や液晶セルを通過する際に光の吸収があり、実際には、その透過後の光を見ているわけで、バックライトの光と画面を通して見る光にはその光量に大きな差が生じている。

【0004】特に、偏光板を通過する際には、互いに直交する P 波及び S 波のうち的一方だけが透過し、他方が偏光板によって吸収されてしまうため、入射光のうち 50% 以上の光を損失する。

【0005】これを解消するため、従来、偏光分離手段と位相変換手段を用い、偏光板に入射させる光を予め偏光させておくことで、その偏光板における光透過率を高めて光利用効率を向上させる技術が提案されている。

【0006】その一例として、特開平 7-64085 号公報には、プリズムアレイの凹凸面に誘電体干渉膜を 1 層以上積層して偏光分離器を構成し、これを導光体の光出射面側に配置したものが提案されている。この技術によれば、導光体から出射された光は、プリズムアレイと誘電体干渉膜との界面、誘電体干渉膜とその上に積層された誘電体干渉膜との界面で S 波と P 波とに分離され、そのうち的一方の偏光 (P 波) は偏光分離器を透過し、他方の偏光 (S 波) は全反射を繰り返して導光体側に戻され、さらにその戻された光が再び光拡散シートや導光

体のドット印刷部に当たって拡散され、その過程で偏光が無偏光になって再利用される。従って、この提案技術では、S 波、P 波の分離は完全ではないものの、一方の偏光が多く出射されるので、偏光板を透過する光の量を多くすることができる。

【0007】また、特開平 6-27420 号公報には、入射光を偏光ビームスプリッタで S 波と P 波とに分離し、このうちの S 波を $1/2$ 波長板に通して P 波に変換した後、コンデンサレンズで元の P 波と合成したうえで凹面鏡により液晶セルに入射させるようにした技術が開示されている。これによれば、入射光に含まれていた S 波が P 波に変換されて元の P 波と合成された上で液晶セルに入射されるので、有効に利用される偏光 (この場合は P 波) の割合を高めることができる。

【0008】以上のように、これらの提案技術では、バックライトの出射光が導光板を通過する際に、P 波または S 波のいずれか一方の偏光のみを透過し、他方の偏光を吸収するという方法により、偏光板に入射する光を予め P 波または S 波に統一するか、あるいは大部分を片方の偏光として偏光板に入射させることで、従来吸収されていた光を有効に利用し、高輝度化・低消費電力化をはかっている。

【0009】ところで、上記した提案技術のうち、特開平 7-64085 号公報に記載の技術では、導光体から出た光がプリズムアレイに対して垂直に入射されることが前提となっているが、実際には、導光体とプリズムアレイとの間に配置された拡散シートを通過した光は拡散光で、その拡散光の中にはプリズムアレイに垂直に入射されないものが多く含まれているため、効率が非常に悪い。また、界面での S 波と P 波の分離は媒質の屈折率差にもよるが、高々数%程度の S 波を取り除いて再利用する程度にすぎない。すなわち、僅か数回の反射・透過を繰り返すだけでは S 波と P 波とを十分に分離することはできない。

【0010】一方、特開平 6-27420 号公報に記載の技術では、S 波と P 波を分離すること、及び S 波を P 波に変換して元の P 波と合成することはできるが、凹面鏡とコンデンサレンズとの間、及び凹面鏡と液晶セルとの間にそれぞれ一定の距離を確保する必要があるとともに、ビームスプリッタやコンデンサレンズ等の高価な光学部品が必要となるため、液晶表示装置のバックライトには適さない。しかも、凹面鏡で反射する際に偏光がずれるので、実用化する場合には偏光のずれを補正する位相板が必要になる。

【0011】さらにこれらの技術によれば、無偏光が S 波と P 波に分離された後に媒質を通過する際、せっかく分離した直線偏光である S 波と P 波が媒質中の位相差によって楕円偏光や円偏光になってしまうという問題がある。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】この種の面状発光装置において、例えば特開平 6-27420 号公報に記載のような偏光分離器等は、少なくとも 2 層以上の屈折率の異なる透明材料からなる多層積層体となっている。このような多層積層体（導光体）を製造する方法としては、シート状の光学媒質を積層してブロックを構成し、そこから直方体状の積層体を切り出すという方法が考えられているが、製造工程の簡便性及び材料ロス等の面について改善の余地が残されている。

【0013】そこで、本発明は面状発光装置に用いる偏光分離手段（導光体）を簡単に製作することができ、しかも基本的に材料ロスが無い新規の製造方法の提供を目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】以上の目的を達成するため、本発明の面状発光装置用導光体の製造方法は、屈折率の異なる 2 種類の薄層状透明光学媒質が入射光の進行方向に対して $30^\circ \sim 60^\circ$ の傾斜で多数配置されてなる直方体状の導光体を備えた面状発光装置において、上記導光体を製造する方法であって、図 1～図 3 に例示するように、導光体の入射面側とその反対側の端部となる透明樹脂製三角柱 10a、10c と、屈折率の異なる 2 種類の薄層状透明光学媒質 A、B をそれぞれ所要数ずつ用意する。そして作製を行う導光体に対応する形状・寸法の空間を備えた金属型 M を用いて、この金属型 M の内部に、導光体の入射面側もしくはその反対側の端部となる透明樹脂製三角柱 10a を配置し、次いで 2 種類の薄層状透明光学媒質 A と B を交互に積層し、その端部にもう一方の透明樹脂製三角柱 10c を配置した後、それらを加熱圧着することによって特徴づけられる。

【0015】ここで、本発明において導光体を使用する材料としては、例えばポリカーボネート、各種アクリル系材料、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、エポキシ樹脂；CR-39、ゼオネックスまたは ARTON（商品名：日本合成ゴム株式会社製）等のポリオレフィン、などの中から透明性と熱融着性を満足する 2 種類（媒質 A、媒質 B）の組み合わせであれば、任意の材料を使用することができる。＜作用＞本発明の製造方法によれば、金属型の内部に透明樹脂製三角柱、2 種類の薄層状透明光学媒質（多数層）、及び透明樹脂製三角柱を順次に積層して、それらを加熱圧着するという作業を行うだけで、切り出しや研磨等の複雑な作業を要することなく、簡単な工程のもとに直方体状の導光体を得ることができる。しかも材料ロスも無い。

【0016】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を、以下、図面に基いて説明する。図 4 は本発明の製造方法を適用する面状発光装置の構成を示す模式的断面図である。

【0017】この図 4 に示す面状発光装置に用いられる導光体 1 は、屈折率が互いに異なる 2 種類のテープ状透明光学媒質 A と B（以下、媒質 A、媒質 B と称する）を、入射光の進行方向（厚み方向）に対して 45° の傾斜角度を持った状態で交互に多数積層し、両端部にそれぞれ透明樹脂製三角柱 10a と 10c を配置した直方体形状の積層体で、その一側端面 1a が光の入射面となっており、また、この入射面 1a と直交する 4 面のうちの 1 つの面が光出射面 1b となっている。

【0018】導光体 1 の入射面 1a の近傍には、線状光源として蛍光管 2 が配置されている。この蛍光管 2 はランプリフレクタ（銀シート）3 によって覆われている。導光体 1 の入射面 1a と反対側の側端面 1c の近傍には $1/4$ 波長板 4 が配置されており、この $1/4$ 波長板 4 の外側に反射シート（銀シート）5 が配置されている。また、導光体 1 の光出射面 1b の裏面に当たる底面 1d には、反射シートとして頂角がおおむね 90° のプリズムシート 6 が配置されており、さらに、光の進行方向と平行なその他の 2 側端面には反射シート（図示せず）が配置されている。

【0019】そして、この実施の形態では、以上の構造の導光体 1 を得る方法として、図 1～図 3 に示すように、導光体 1 の形状・寸法に対応する直方体形状のテープ充填用穴（空間）S を有する金属型 M に、導光板 1 の端部（入射面側）となる透明樹脂製三角柱 10a を配置し、この三角柱 10a 上に 2 種類の媒質 A と媒質 B とを交互に多数層積層し、さらに導光体 1 の入射面とは反対側端部となる透明樹脂製三角柱 10c を配置した後、型全体を面状発熱体 F、F1、F2 等により均一に加熱して、2 種類の媒質 A と媒質 B 及び両端の透明樹脂製三角柱 10a、10c を相互に熱圧着する、という製造方法を採用したところに特徴がある。

【0020】次に、以上の構造の面状発光装置の作用を述べる。まず、図 4 に示した構造の面状発光装置の導光体 1 は、光源から入射した自然偏光（無偏光）を S 波と P 波に分離する偏光分離手段の主要部として機能し、また、 $1/4$ 波長板 4 は、互いに直交する直線偏光の一方（P 波）を他方（S 波）に変換する偏光変換手段として機能する。

【0021】以下に導光体 1 による偏光分離の原理を説明する。図 5（a）に示すように、媒質 A に自然偏光が垂直入射すると、この入射光は光進行方向に対して 45° の傾斜で積層された媒質 B との界面で反射されるかまたは界面を透過する。その界面で反射された反射光は数 % 程度であるが、界面に入射したときの角度が、下記の式（1）に示すブリュースタ角 θ であれば S 偏光のみが光出射面側に反射される。

【0022】一方、媒質 A、B の界面を透過した透過光は、S 波が若干減少した S 波と P 波の両方を含む自然偏光であるが、次の媒質 A と媒質 B の界面で再び S 波だけ

が数%分離され下面側に反射され、下面の反射シートで出射面側に再び反射される。これを繰り返してS波だけが光出射面に垂直な方向に出射され、透過光の方は順次媒質Aと媒質Bの界面でS波を減少させてゆくため、最終的にはP波だけが、導光体の側端面1cに透過して残る。こうしてS波とP波を完全に分離できたこととなる。

【0023】なお、ブリュースタ角とは、ある媒質から別の媒質に光が入射する場合において入射光のうちS波のみを反射する角度のことで、その角度は媒質の屈折率によって決まる。すなわち、媒質Aから媒質Bに光が入射する場合において、媒質Aの屈折率 n_A 、媒質Bの屈折率 n_B とすると、これら屈折率とブリュースタ角 ϕ との間には、次式(1)の関係が成立する。

$$\tan \phi = n_A / n_B \quad \cdots (1)$$

ここで、本発明において、導光体の2つの媒体の界面の傾斜角度は $30^\circ \sim 60^\circ$ とする。その理由は、光源である蛍光管からの光が広がりをもった光であるため、ブリュースタ角になる角度が1つに定まらないためである。ただし、蛍光管からの光が一番多く導光体1内に入射する角度は入射面1aに垂直な方向であり、また光をディスプレイ垂直方向に出射するために媒体A、Bの界面の傾斜角度は 45° にすることが望ましい。

【0025】次に、偏光変換手段について述べる。本発明では、最終的に、液晶表示装置の入射側偏光板に入射させる光をS波またはP波のいずれかに揃えるため偏光変換手段として1/4波長板を用いる。

【0026】一般に、S波またはP波の一方を他方に変換するには1/2波長板を用いればよいが、本発明においては、導光体の光出射面からS波を出射して、その光出射面側に備えられる液晶表示装置の偏光板に入射させる必要があるため、図4に示したように、1/4波長板4を導光体1の入射面1aとは反対側の側端面に取り付け、その外側に反射シート5を配置した構造とする。

【0027】このようにすると、偏光分離層である媒質A、Bの界面を順次透過したP波は1/4波長板4を通過した後に反射シート5で反射され、その反射光が再び1/4波長板を通過するから、結局は1/2波長板を通過することになる〔図5(b)参照〕。

【0028】そして、図5(c)に示すように、1/4波長板4でS波に変換された光は、導光体1の1/4波長板4側の側端面から導光体1内に再び入射されるが、このときの入射光はS波のみとなるので両媒質A、Bの界面で数%づつ反射されて直接光出射面1bから出射されるか、その光出射面1bとは反対側に位置する導光体裏面の反射シート6によって反射されたうえで光出射面1bから出射される。

【0029】ここで、この種の面状発光装置では、均一な光の出光分布が必要であるとともに、光出射面の端部と中央部での輝度差を10%以内とすることが好まし

い。これらの点を実現する方法として、光を多く出射する入射面1a付近と導光体1の側端面1c付近からそれぞれ中央部にかけて、偏光分離層の媒質Bの厚みを連続的に小さくするか、または媒質BとBとの間の距離を段階的に短くするという方法があり、このような方法を採用することにより均一な出光分布を得ることができる。また、他の方法として、バックライト端部から中央にかけて媒質A及び媒質Bの屈折率差を連続的または段階的に大きくする方法が挙げられる。

【0030】そして、以上のような偏光分離と偏光変換手段を備えた構成とすることで、最終的にはディスプレイ正面方向に、おおむね偏光の揃った光が出射され、面内の出光分布の均一性がとれた装置を実現できる。この構成では、ビームスプリッタやコンデンサレンズ等の高価な光学部品を用いることなく、大部分の光をS偏光として偏光板に入射させることが可能になる。

【0031】また、画質感について述べると、従来、光拡散シート(レンズシート)の凹凸や山や谷の部分を上面から観察すると線状に見えており、この線と画素ピッチが干渉現象(モアレ縞と呼ぶ)を起こし、液晶ディスプレイを観察する観察者に画質感の悪さを感じさせていた。本発明では、屈折率差が非常に少ない(屈折率差0.05以下)媒質を交互の積層するので凹凸の山谷のようには認識できず、画質感を悪くするような干渉は起きない。従って、画質感を損ねることもない。

【0032】

【実施例】本発明の実施例を比較例とともに以下に説明する。

<実施例>

(1) 媒質A及び媒質B用の部材の準備

媒質Aとしてフッ素含有アクリル系樹脂(屈折率 $n=1.47$)からなる幅2.8mmのテープを $13\mu\text{m}$ 、 $52\mu\text{m}$ 、 $143\mu\text{m}$ 、 $312\mu\text{m}$ の4種類の厚さで用意し、これに対して媒質Bとして、オレフィン系樹脂;ARTON(商品名:日本合成ゴム株式会社製、屈折率 $n=1.51$)からなる厚さ $20\mu\text{m}$ 、幅2.8mmのテープを用意した。

(2) 導光体の作製

図3に示すように、縦 22cm ×横 3mm ×深さ 15cm の直方体形状の、テープ充填用穴(空間)Sを有し、その内面の全てが鏡面加工された金属型Mを用い、この金属型M内に、図1に示すように、導光板の端部となるARTON製三角柱10aと、導光体の光出射面となるアクリル系樹脂板(縦 22cm ×横 15cm ×厚さ 0.5mm)11、及び光出射面に対して裏面となるアクリル系樹脂板(縦 22cm ×横 15cm ×厚さ 0.5mm)11を配置したのち、あらかじめ用意しておいて厚さ $312\mu\text{m}$ の媒質Aのテープと媒質Bのテープとを交互に35組を、金属型M内のARTON製三角柱10aの上に配置し、次いで、厚さ $143\mu\text{m}$ の媒質Aのテー

ブと媒質Bのテープとを交互に140組、厚さ52 μ mの媒質Aのテープと媒質Bのテープとを交互に175組、厚さ13 μ mの媒質Aのテープと媒質Bのテープとを交互に350組、厚さ52 μ mの媒質Aのテープと媒質Bのテープとを交互に175組、厚さ143 μ mの媒質Aのテープと媒質Bのテープとを交互に140組、厚さ312 μ mの媒質Aのテープと媒質Bとを交互に35組を、以上列記した順で配置し、最後に、導光体の端部となるARTON製三角柱10cを配置した。

【0033】次に、図1及び図2に示すように、金属型Mの上面及び側面に蓋F1、F2をし、その側面蓋F2に設けた排気口Dを通じて金属型M内を真空ポンプにより排気するとともに、金属型Mの3面と上面蓋F1及び2枚の側面蓋F2に内蔵した面状発熱体H、H1、H2で型全体を均一に加熱(約120℃)し、さらにこの状態で上面蓋F1に1kg/cm²の圧力を加えながら5分間放置した。最後の型全体を常温にまで冷却した後型を分解開口して、完成した導光体を取り出した。

(3) 面状発光装置の作製

以上のようにして作製した導光体を用い、この導光体に対して、図4に示したように、一側端面の近傍に光源となる蛍光管を配置するとともに、蛍光管のまわりには銀シートのランプリフレクタを配置し、また光出射面以外の4面に銀反射シートを配置した。さらに蛍光管を配置した入射面と反対側に位置する側端面と反射シートの間に1/4波長板を配置した。

【0034】こうして得られた面状発光装置を本発明の実施例とした。

<比較例1>ドット印刷パターン、拡散反射シート、蛍光管とランプリフレクタ、及びアクリル導光体を備えたバックライト(液晶表示装置用面状発光装置)に、光拡散シート(ビーズコーティングタイプ)と頂角がおおむね90°の2枚のプリズムシートをそれぞれの稜線が互いに直交する状態で配置し、これを比較例1とした。

<比較例2>特開平7-64085号公報に記載の偏光素子を使用した面状発光装置を比較例2とした。

<評価>以上の実施例と比較例1、2で得られた各面状表示装置に関し、次のような項目について評価した。

① 輝度

この輝度の評価は、各液晶表示装置用面状発光装置の上に偏光板を光学軸を揃えて配置し、画面中央において偏光板を透過した光の輝度を測定して評価を行った。

② 透過光量

同じく各液晶表示装置用面状発光装置の上に偏光板を光学軸を揃えて配置し、偏光板を透過する光の透過光量を測定し、偏光板の手前と後でどれだけの光が透過したかの評価を行った。

③ 画質感

同じく各液晶表示用面状発光装置に5種類の液晶セルを組み合わせ、点灯時において人間の目で画質感(干渉縞の発生の確認)を評価し、組み合わせによって1つでも画質感が悪いものがあつたときこの評価項目に対して不適とみなすものとした。

【0035】

【表1】

	評価項目① 輝 度	評価項目② 透過光量	評価項目③ 画 質 感
実施例 1	1500cd/m ² 明るい	90%	良 好
比較例 1 (従来のバックライト)	920cd/m ² やや明るい	65%	不 適
比較例 2 (特開平7-64085)	1000cd/m ² やや明るい	44%	不 適

【0036】この結果から明らかなように、本発明の実施例における位相差を有する場合では、比較例1、2を上回る光の有効利用を実現することができる。しかし、比較例1と同程度の位相差を有するときには、従来と同等レベルでしか光を有効利用することができず、これが導光体の残留位相差の限界といえる。

【0037】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の面状発光装置の製造方法によれば、導光体に対応する形状・寸法の空間を備えた金属型内に、透明樹脂製三角柱、2種類の薄層状透明光学媒質(多数層)及び透明樹脂製三角柱を順次積層して、それらを加熱圧着することにより、2種の媒質による多数の界面を形成するようにしたので、偏光分離機能をもつ導光体を、簡便にかつ材料ロスなく作製することができる。その結果、高輝度で画質感に優

れ、しかも構成が簡単な面状発光装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の製造方法に用いる金属型の構造を示す模式的断面図

【図2】同じく金属型の構造を示す模式的正面図

【図3】同じく金属型の構造を示す斜視図

【図4】本発明の製造方法で得られた導光体を用いた面状発光装置の一例を示す模式的断面図

【図5】図4に示す面状発光装置の作用説明図

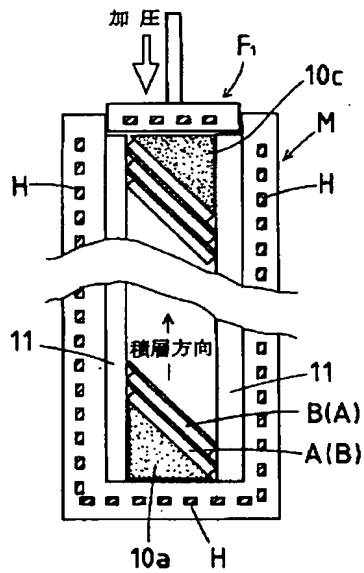
【符号の説明】

- 1 導光体
- 1a 入射面
- 1b 光出射面
- A 媒質

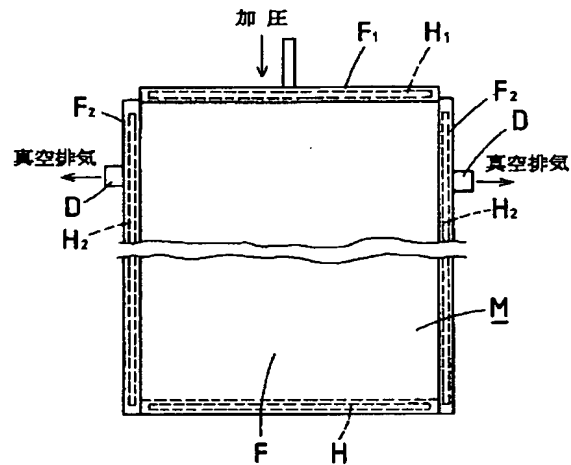
B 媒質
2 蛍光管
3 リフレクタ
4 $1/4$ 波長板
5, 6 反射シート

M 金属型
F1 上面蓋
F2 側面蓋
H, H1, H2 面状発熱体

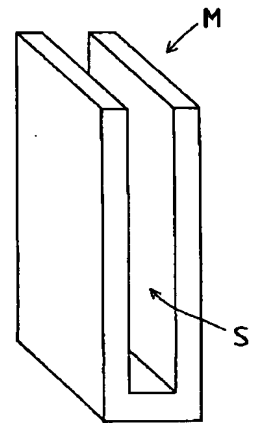
【図 1】



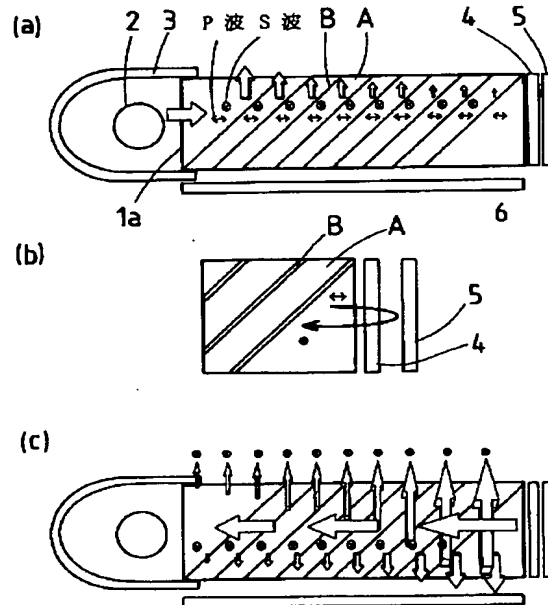
【図 2】



【図 3】



【図 5】



【図 4】

